

染色布の超音波退色について

萩 原 滋 子

On the ultrasonic decolorization of dyed fabrics

SHIGEKO HAGIWARA

強力超音波はその多方面にわたる種々の性質が各分野で優れた利点を發揮し利用されている。織物の染色、洗浄等にもキャビテーション気泡の振動、圧壊作用が大きな役割を果たして有効に働くことはよく知られている。繊維の材質組織の性質上超音波エネルギーの吸収減衰の問題が大きく技術的な面で要求されるが、現在“しみ抜き”等には極めて容易に短時間で洗浄効果を上げるため実用化されている。従ってこれら繊維製品の洗浄における超音波利用の影響に対する基礎的な研究の必要性が生ずる。そこで染色布に対する超音波の作用について二・三の考察を試みた。

I 緒 言

先に種々の染料水溶液に対する超音波照射による退色について検討を行ない¹⁾この退色速度は1次反応速度式に従い、速度定数は試料溶液濃度が希薄なほどその値が大きく、染料分子の構造がより複雑なものの方が小さいことを見出した。そしてこの場合の退色は超音波照射によって水のキャビテーションより生じたOHラジカルの染料分子への攻撃による酸化退色が大きく現われるものと考えた。

最近、多孔質媒質中の液体の拡散に関連する工程に超音波が広く利用されるようになり、織物の染色、洗浄等にも有効であり、繊維の洗浄は拡散作用の促進と共に、キャビテーションによって生じる機械的振動作用が大きな役割を果たしていると考えられており、“しみ抜き”等には効果を上げ実用化されている。

そこで今回は繊維上の染料に対する超音波の作用を調べると共に超音波照射下での染色布の漂白液中における退色について直接染料染色布を用いて実験を行なった結果、超音波照射による蒸溜水中での繊維上の染料の退色は水溶液の場合と同様退色が認められ、漂白液中では漂白剤の染料に対する酸化または還元作用を促進して脱色に関与することを知ったのでこれについて報告する。

II 実験方法

1) 試料 試料布：市販の直接染料染色布(木綿、レーヨン、絹、ウール)を0.05%、炭酸ナトリウム水溶液

で40℃、30分間ずつ2回繰返し浸漬洗浄したのち蒸溜水で充分すすぎ洗いして乾燥したものを試料とした。実験に使用する際は先ず30分以上水中に浸し均一に水を飽和させた状態の染色布を用いた。

漂白剤：亜塩素酸ナトリウム(1%)、晒粉(有効塩素0.5%)、ハイドロサルファイト(0.3%)の各水溶液を化学用試薬を用いて調製し使用した。

2) 超音波発生装置 超音波工業製 USV-150 V-4 A 広帯域超音波発振機(高周波出力0~150W連続可変)に振動数300KHzの円筒リング状(外径38mm、内径20mm、高さ30mm)チタン酸バリウム振動子を用い、これを絶縁油に浸け、更に発振の際の振動子の温度上昇を抑えるために電子冷却恒温槽中に支持し発振させた。この振動子中に試料溶液5ml、試料布縦4cm、横1cmを入れた試験管を挿入して照射実験を行なった。

3) 退色の測定 試料布は処理前後のものについて島津ボッシュロム回折格子型反射測定装置を用い、炭酸マグネシウムブロックを白色標準として20mμ毎に可視領域の反射率を測定し、CIE表色法(30選択分割標)により明度Y%, 刺激純度Pe%, 主波長λcを算出した。これより退色の程度は主に刺激純度で表現することにした。

III 結果および考察

a) 蒸溜水中における超音波照射下での染色布の退色

レーヨン(Y=74.9%, Pe=17.9%, λc=581mμ), 絹(Y=58.9%, Pe=18.5%, λc=585mμ), 木綿(Y=

71.6%, $P_e=6.9\%$, $\lambda_c=497\text{ m}\mu$) の染色布を蒸溜水中に浸し、これに照射温度 20°C で 300KHz , 出力 4w/cm^2 の超音波を 5min., 10min., 15min. の各時間照射した場合の各反射率を測定し、これより P_e を求め、時間的な退色変化を Fig. 1 に示した。これによると照射初期において夫々減少が認められ、前報¹⁾の染料水溶液の超音波退色の初期退色の大きいことと一致した結果となっている。

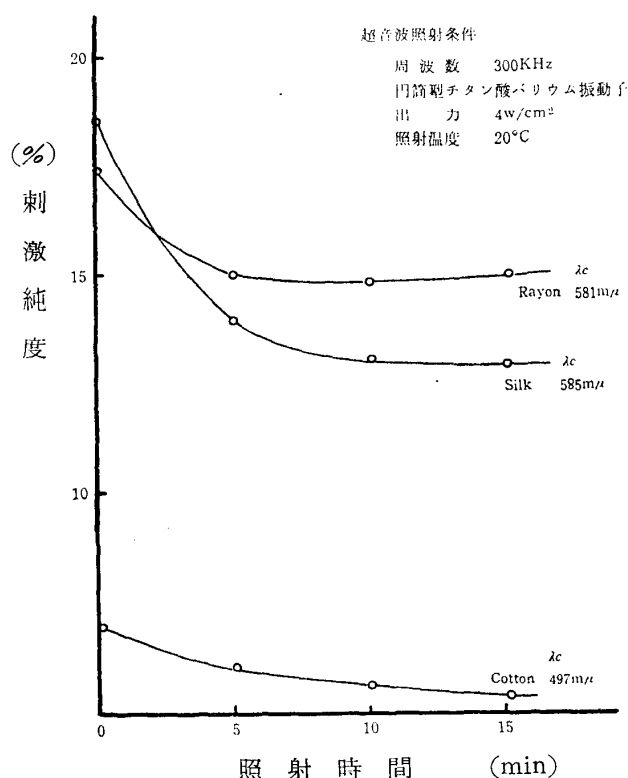


Fig. 1 蒸溜水中における超音波照射による染色布の刺激純度の時間的变化

また, Fig. 2 は上述の絹染色布の超音波退色の様子を分光反射曲線で表わしたものである。

尚, これらの場合, 水溶液には染料の溶出は認められなかった。

b) 繊維上の染料に対する超音波の機械的振動作用

Fig. 3 は超音波キャピテーションの機械的振動作用による繊維上の染料の溶出を検討するために絹染色布 ($Y=16.3\%$, $P_e=22.1\%$, $\lambda_c=597\text{ m}\mu$) を炭酸ナトリウム, 石けんの各 0.5% 水溶液中で 20°C において 10min. 間超音波照射を行ない, この場合の無照射加熱 50°C , 20min. 及び加熱沸騰 10min. のものとの分光反射曲線の変化を比較したものである。これによると超音波照射による溶出は加熱沸騰の場合よりは少いが加熱 50°C ,

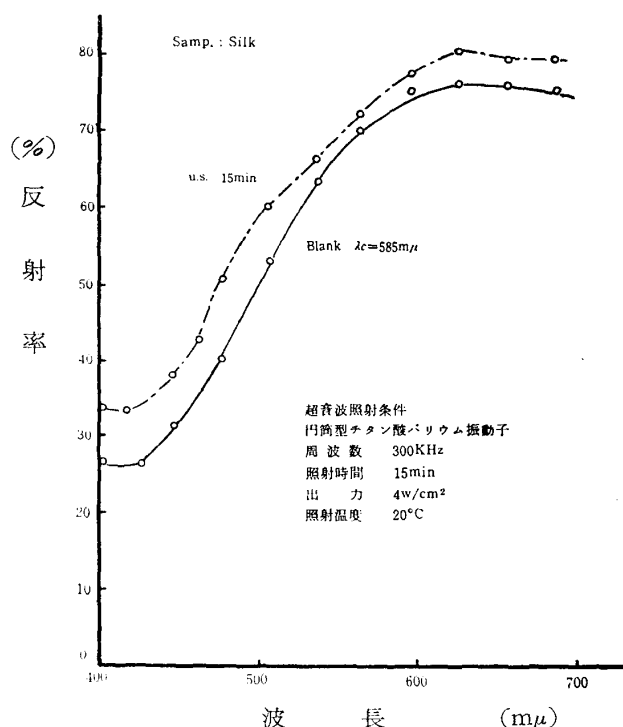


Fig. 2 蒸溜水中における染色布に対する超音波照射の分光反射曲線への影響

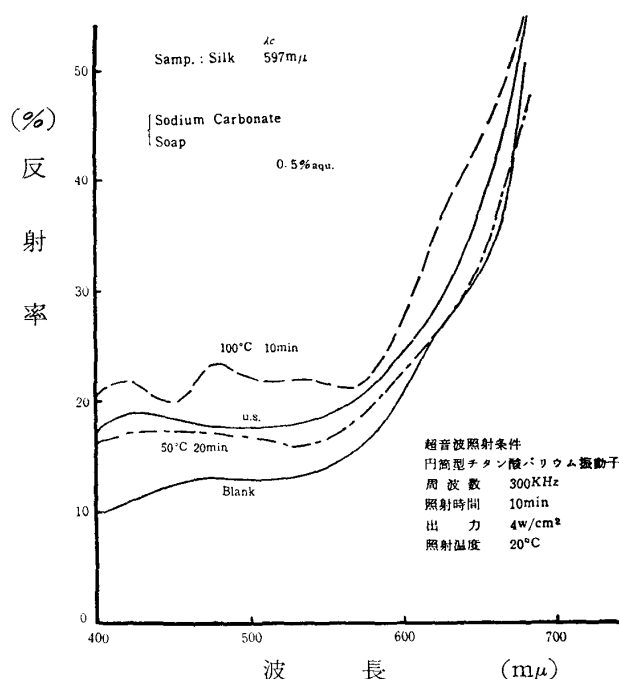


Fig. 3 絹染色布の浸出液中における超音波照射と加熱処理との分光反射曲線の変化

20min. の比較的緩慢な処理に比べて反射率の増加がみられる。

Fig. 4 に木綿 ($Y=66.1\%$, $P_e=39\%$, $\lambda_c=585\text{ m}\mu$), 絹 ($Y=16.3\%$, $P_e=22.1\%$, $\lambda_c=597\text{ m}\mu$) の染色布は

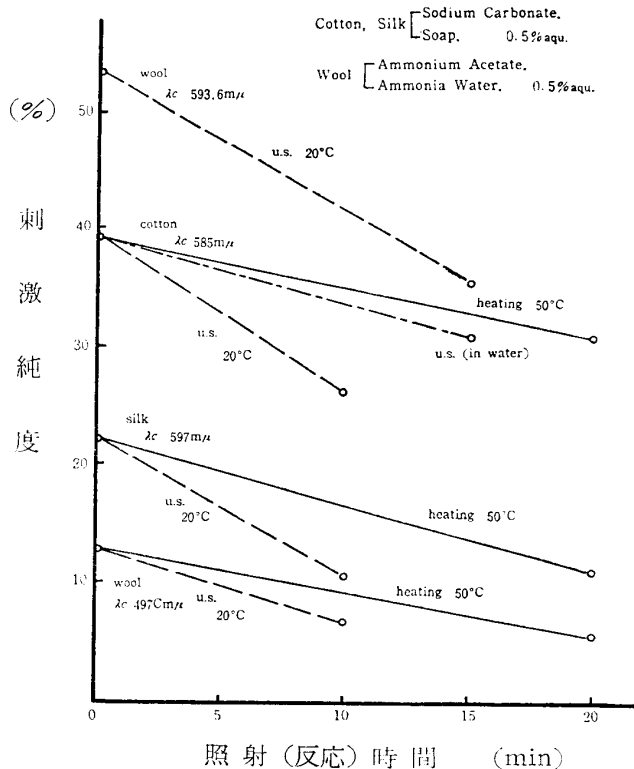


Fig. 4 浸出液中における超音波照射による染色布の刺激純度

炭酸ナトリウム、石けんの各 0.5% 水溶液、羊毛 ($Y=29.2\%$, $P_e=53.3\%$, $\lambda_c=593.6m\mu$; $Y=50.5\%$, $P_e=12.3\%$, $\lambda_c=497Cm\mu$) 染色布は酢酸アンモン及びアンモニア水の各 0.5% 水溶液を夫々浸出液として各試料布

の加熱 50°C , 20min. と超音波照射 20°C , 10min. 又は 15min. の場合との P_e の異りを示したがこれからも超音波照射のための振動作用による影響が認められる。尚、この場合浸出液にはかなりの着色がみられ、染料の水中への移行がみられる。また木綿について蒸溜水中において照射した超音波による染料分解の退色と考えられるものを比較のために加えたがこれは加熱処理よりも P_e の減少度大きい。

c) 染色布の漂白液中での超音波退色

次に漂白液中での染色布の退色に対する超音波の影響を調べるためにレーヨン ($Y=74.9\%$, $P_e=17.4\%$, $\lambda_c=581m\mu$) は 1% 亜塩素酸ナトリウム、絹 ($Y=54.9\%$, $P_e=27.0\%$, $\lambda_c=538m\mu$) は 0.3% ハイドロサルファイトの各水溶液中で無照射加熱及び照射の夫々の場合の P_e の変化を比較し、Fig 5 に示した。いずれの場合も無照射加熱のものより照射を行なった方が初期において急な変化を示す傾向をとっている。

Fig. 6 は同じくハイドロサルファイト 0.3% 水溶液中における絹染色布 (A: $Y=17.0\%$, $P_e=13.3\%$, $\lambda_c=550m\mu$; B: $Y=9.9\%$, $P_e=-\%$, $\lambda_c=470m\mu$)、晒粉水溶液 (有効塩素 0.5%) 中におけるレーヨン染色布 (C: $Y=13.4\%$, $P_e=23.1\%$, $\lambda_c=495Cm\mu$; D: $Y=22.1\%$, $P_e=15.7\%$, $\lambda_c=496.9m\mu$) の照射、無照射の場合の退色変化を反射率で示したものであるが、超音波の照射がかなりの退色に対する促進効果を現わすことが認められる。

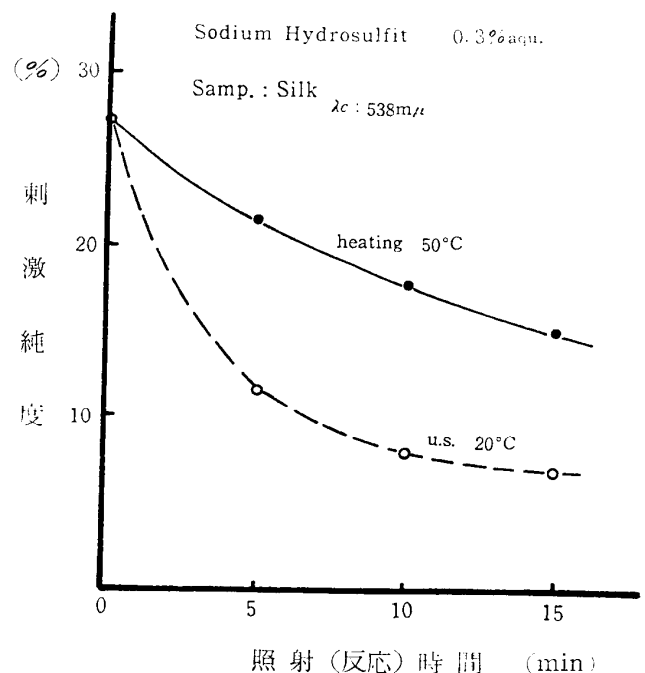
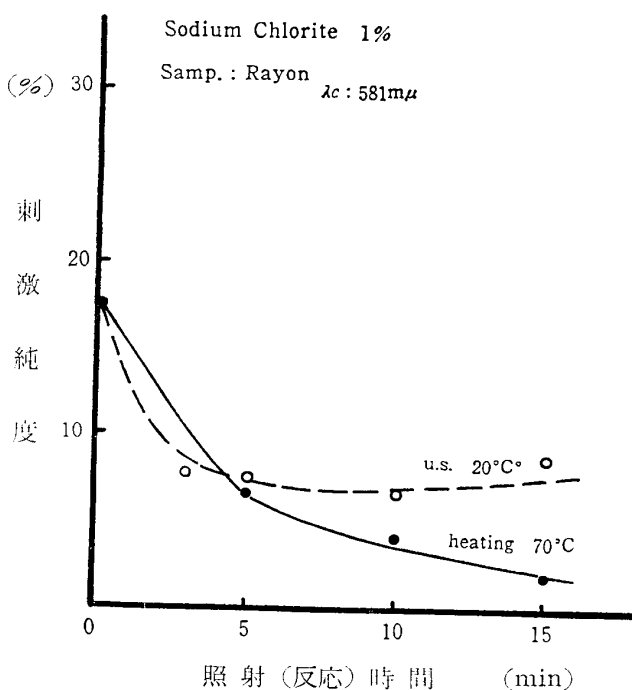


Fig. 5 漂白液中における超音波照射による染色布の刺激純度変化

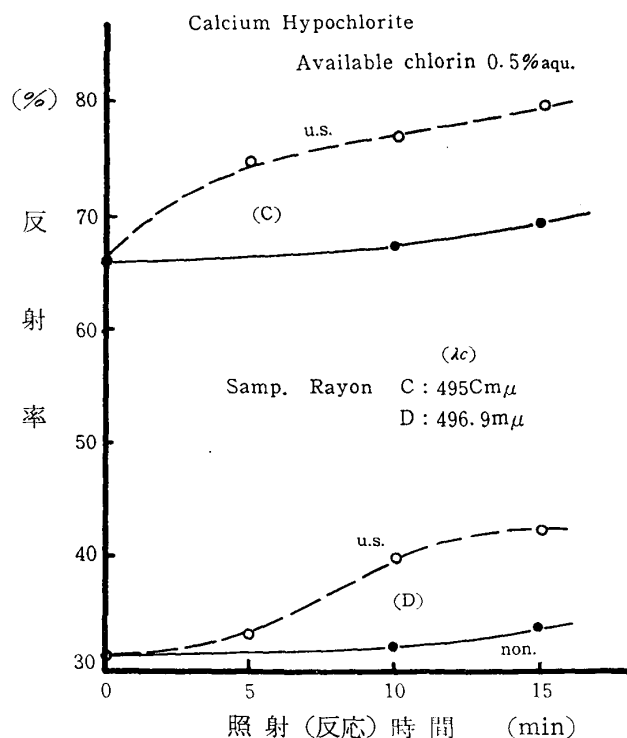
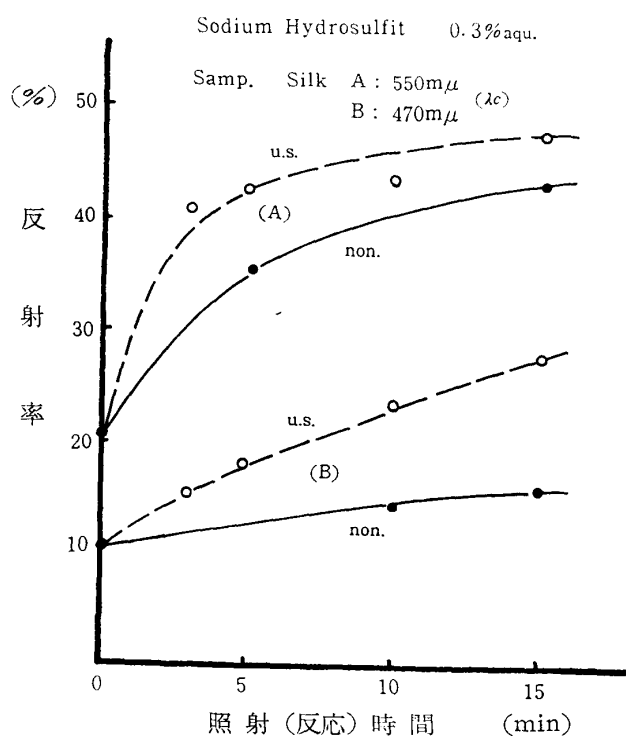
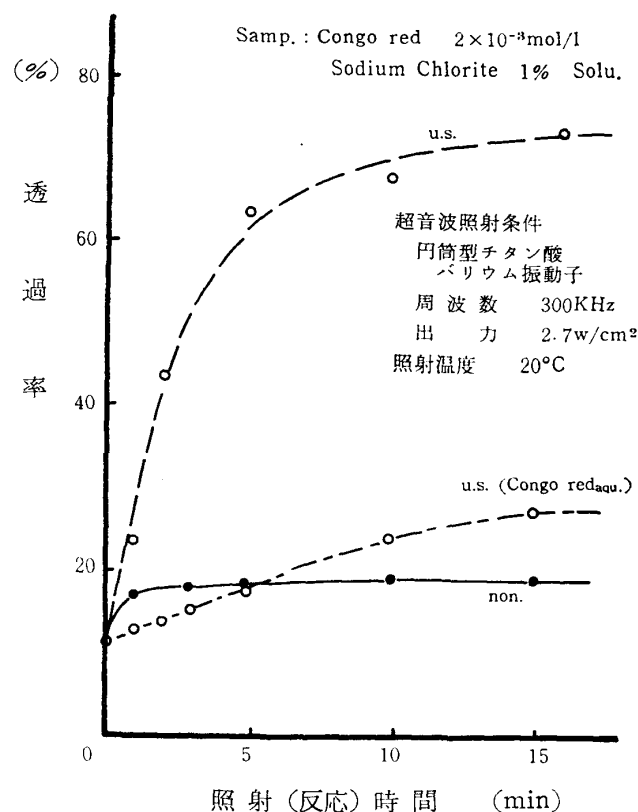


Fig. 6 漂白液中に於る超音波照射による染色布の反射率の変化

(照射反応温度・室温)

d) 漂白水溶液に対する超音波の影響

上述の漂白水溶液中での染色布の退色が超音波照射によって促進されるのは漂白水溶液が超音波の照射によって漂白剤の分解を促進し、漂白作用を高めるためであるという推測は容易に考えられる。そこで漂白水溶液が超音波照射によって漂白力を如何に促進させるかを調べるために試料濃度 $2 \times 10^{-3} \text{mol/l}$ のコンゴレッドを 1% 亜塩素酸ナトリウム水溶液とし、これに 20°C で 2.7w/cm^2 の超音波を照射し、無照射 20°C 放置の場合との退色変化を透過率 (T%) で比較し Fig. 7 に示した。尚、ここで染料水溶液の超音波退色を考慮するために同濃度の亜塩素酸ナトリウム不在の染料水溶液に対する超音波退色を測定し、これを差し引いて超音波照射による漂白水溶液中での退色とした。この図によると亜塩素酸ナトリウムを漂白剤とした場合の超音波照射の影響は、大きく漂白作用を促進する。低温で緩慢に進行する亜塩素酸ナトリウムの分解が水のキャビテーションの作用によって促進されると同時にこの漂白作用にも超音波が何らかに関与するものと推測されるがこれに対する詳細な検討は次回にゆずる。

Fig. 7 超音波照射下における NaClO_2 水溶液中のコンゴレットの退色

IV 結 論

繊維上の染料に対する超音波の作用を調べるために直接染料で染色した木綿、レーヨン、絹、ウールの種々の

染色布を蒸留水中に浸し室温附近で 300 KHz, 4 w/cm² の超音波を円筒型チタン酸バリウム振動子によって発振させ照射した結果, 染料水溶液に対する超音波退色と同様, 照射初期において染色布の退色が認められた.

又, 超音波キャビテーション気泡の機械的振動は, 繊維上の染料を浸出液中にかなり移行させ, この溶出を促進する.

染色布の漂白液中での退色は超音波の照射によって増大される. これはキャビテーション気泡の振動による染

色布染料の溶出, 気泡の圧壊による漂白剤の分解の促進, 漂白作用の強化等に起因するものと推測する.

本実験実施にあたり杉原栄子氏に御協力いただいたことを深く感謝します. (1970年8月1日受理)

文 献

- 1) 萩原 滋子, 久保田 利秋; 京都府立大学学術報告 (理学・生活科学・福祉学), No.B19, 33 (1968)